

## 在重庆 遇见未来



产品:激光定向能设备

所属产业:空天信息

特点:像一把带瞄准镜的好枪,能让激光“子弹”瞄准高速移动的目标,且能量损耗小

应用场景:无人机和飞行汽车空中充电、民用低空安防、核聚变点火、手机充电、空地通信等



# 激光传能 为无人机空中充电

“我们的技术,能让激光穿过1公里外的针孔,把科幻片中的激光传能变成现实。”重庆连芯智能科技研究院有限公司(下称连芯科技)创始人、首席科学家马晓燮表示,公司依托中国唯一、世界领先的自适应光学技术实现了激光定向能控制,开辟了激光传能新赛道。未来,激光传能应用远不止给无人机空中充电,更蕴藏着改变能源应用格局的无限可能。

## 行业痛点

### 催生激光传能新赛道

当下,无人机、飞行汽车等低空飞行器加速落地,但续航短板始终制约行业发展。

调研显示,消费级无人机飞行二三十分钟就需换电池,工业级无人机也仅能续航四五十分钟;尚在试点的飞行汽车,空中续航仅100~200公里,飞行不到40分钟就得落地充电。且这类飞行器电池笨重,想要长续航就无法兼顾机身轻巧及经济性,行业迫切需要远距离空中补能技术。

“激光传能,正是破解低空飞行器续航焦虑的有效方案。”马晓燮称,激光传能原理清晰:在飞行器上加装专用激光电池板,地面布设激光发射装置,发射装置发出激光传输光能,电池板再将光能转化为电能,实现空中不间断供电。

要实现高效激光传能,除了电-光-电转换效率高外,核心还需要激光能够指得准、传得稳,这离不开顶尖技术支撑。

连芯科技的底气,源自自主研发的第二代自适应光学系统技术。这项全国唯一、国际领先的技术,起源于中国科学院光电技术研究所,曾打破国外垄断,让我国天文观测能力跻身世界顶尖水平。

2019年,中国科学院光电所推进该技术产业化。身为所内科学家的马晓燮主动请缨,在重庆创办连芯科技,以激光光束控制技术为突破口,开启尖端技术民用化转化之路。

## 突破之路

### 从观星到传能的跨越

从天文观测转向激光传能,技术转化之路布满荆棘。连芯科技研发团队最初想优化原有技术参数直接应用,数十次试验均宣告失败。

原本用于天文观测的第二代自适应光学系统,靠激光导星抵消大气湍流对星光的干扰,让望远镜清晰观星,只需低功率激光,对抗弱湍流即可。

但激光传能需高功率激光,面临的环境挑战更为严苛:低空大气湍流更剧烈,光束更易抖动偏移、发散,产生严重畸变;高功率激光会加热空气,产生“热晕效应”,就像手电筒光穿过热气腾腾的汤上方,光束会因热空气多次折射而散开、晃动,进一步加剧偏移;高功率激光还会给光学元件带来巨大热负荷,镜片极易受热形变甚至损坏,在光学系统内部就造成光路偏移,形成棘手的激光热控难题;传能时,系统还必须精准追踪高速移动的飞行器。

同样棘手的是,原来的自适应光学系统成本高达千万元,根本无法普及。美国从上世纪90年代就开始研究激光传能,至今没有大规模应用,原因之一就是成本太高。

面对技术、成本双重难关,研发团队决定对原有系统进行彻底重构。他们使用扩展目标波前传感器、小阵列数可变形反射镜修正算法以及专用并行数据处理芯片,增强系统对光束畸变的校正能力;通过高速相机实时捕捉激光照到目标后产生的回光,自动调整光束方向,提升动态追踪目标的精准度。

针对激光热控难题,团队设计了主动冷却光路,从源头减少热量堆积、保护镜片。同时,通过算法预判光学系统内部光路偏移方向,并实时修正——好比司机预判前方路面有坑,提前打方向盘。

他们还在高功率激光器的多光束合束技术中融入AI算法,给光束合束装上“智能大脑”,把光纤激光器阵列输出的激光合为一束,突破单个激光器的功率上限。

历经上千次试验,团队终于攻克所有技术瓶颈,研发出激光定向能控制技术 & 激光定向能设备。

马晓燮形象比喻:“激光是‘子弹’,我们的设备就是带精准瞄准镜的好枪。”

这把“科技枪”实力超群——可实时感知大气与目标轨迹,每秒数千次校正光束方向,20公里内可捕捉每秒60多米的移动目标,1公里外误差仅1毫米,精度远超国外同类设备;光转电效率达到21%,逼近物理极限,是传统方式的3~4倍;设备成本、体积、重量均降至原来的十分之一,彻底扫清产业化成本障碍。

## 应用场景

### 构建全域传能新格局

凭借核心技术优势,连芯科技成为国内唯一拥有基于自适应光学的激光定向能设备且具备全链条产业化条件的民营企业。

2026年2月,该公司牵手中国科学院上海光机所成立激光传能公司,全力推进技术产业化,率先布局两大核心领域。

首先发力的是无人机空中充电。截至2025年末,我国实名登记无人机超328万架,激光传能不但可彻底解决无人机续航短板,还能解决无人机管控难的问题,市场空间广阔。

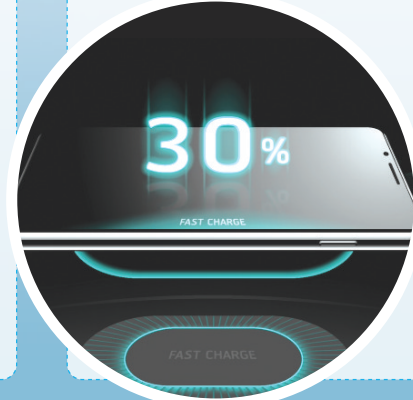
同时,激光传能公司还切入民用低空安防赛道,依托核心技术研发激光防御设备,精准处置“黑飞”无人机。目前,车载款已问世,肩扛式设备将于今年6月推出。

激光传能的应用价值,远不止低空经济。马晓燮表示,随着技术迭代、成本下降,这项技术将解锁更多全域应用场景,彻底改变传统能源供给方式。

未来飞行汽车普及后,激光传能可实现全程空中充电,让飞行汽车搭载小块备用电池,就能实现跨城无限续航;电力运维领域,可在数公里外用激光传能为高压线远程除冰,替代人工高危作业,提升运维效率与安全性;通信领域,可实现激光传能与通信融合,解决空地通信易受干扰、稳定性差的行业难题。

此外,激光传能还可用于核聚变点火、材料表面热处理,实现室内无死角为手机、笔记本电脑等小型电子设备无线充电。未来,激光传能设施或将像通信基站一样普及,融入工业生产、日常生活、航空航天等各个领域,突破传统有线、短距离无线充电的局限,构建全域无线传能新格局。

上游财经综合重庆日报



激光传能用于手机、电脑设备充电续航